

⑩ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

⑫

## Gebrauchsmuster

U 1

- (11) Rollennummer G 85 02 397.3
- (51) Hauptklasse F28D 15/00  
Nebenklasse(n) F28F 21/02
- (22) Anmeldetag 30.01.85
- (47) Eintragungstag 13.11.86
- (43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 02.01.87
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Wärmerohr mit Kohlefaserkapillare
- (71) Name und Wohnsitz des Inhabers  
Dornier System GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE
- (74) Name und Wohnsitz des Vertreters  
Landsmann, R., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 7990  
Friedrichshafen

30.01.85

DORNIER SYSTEM GMBH  
7990 Friedrichshafen

Reg. S 506

Wärmerohr mit Kohlefaserkapillare

Die Erfindung betrifft ein Wärmerohr. Wärmerohre sind geschlossene Wärmetauscher, die eine bestimmte Menge eines Wärmeträgermediums enthalten, das bei Wärmeaufnahme an einer warmen Stelle verdampft und an kühleren Stellen kondensiert. Dabei wird die Wärme an diesen Stellen abgegeben. Das Wärmeträgermedium fließt über Kapillaren zurück zur warmen Stelle.

Bekannt sind Wärmerohre, bei denen Kapillaren durch eine Innenprofilierung (Aufrauung, Feingewinde, Rillen) oder durch Metalldrahtgewebe gebildet sind. Die bekannten Rohre arbeiten nur bedingt gegen die Schwerkraft, das kalte Ende sollte nur wenige Zentimeter tiefer als das warme Ende liegen. Dies gilt nicht für Wärmerohre mit Flüssigmetallen als Wärmeträger (Na, K, Li), diese können bereits aufgrund

/2

8502397

BEST AVAILABLE COPY

30.01.85

- 2 -

der grösseren Kapillarkraft mehr als 10 cm gegen die Schwerkraft arbeiten.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Wärmerohr zu schaffen, das ohne Verwendung von Flüssigmetallen gegen mehr als 10 cm Höhendifferenz bei 1 g - oder gegen grössere Höhendifferenzen bei entsprechend geringeren Beschleunigungen - arbeitet, und zwar im Temperaturbereich -40 bis 300°C. Das Wärmerohr soll sich leicht, billig und schnell herstellen lassen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß von einem Wärmerohr gelöst, das die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale aufweist.

Das erfindungsgemässe Wärmerohr weist folgende Vorteile auf:

- Die sehr feinen Fasern weisen eine hohe Kapillarkraft auf.
- Die Kohlefasern sind von den üblichen Wärmerohrmedien, wie z.B. Wasser, Freone oder Alkohole, gut benetzbar.
- Die Fasern sind in Strängen als Halbzeug auf Rollen lieferbar, wobei die einzelnen Fasern parallel liegen oder nur leicht verzwirrt sind, woraus ein geringer Reibungsdruckabfall längs der Strömungsrichtung folgt.
- Die Stränge und Fasern sind flexibel und lassen sich daher leicht einbauen.
- Die Stränge sind leicht zu grösseren Einheiten bündelbar.

/3

8502307

BEST AVAILABLE COPY

30.01.85

- 3 -

- Keine Korrosion und kein Zerfall bei den üblichen (wichtigsten) Wärmeträgern (Wasser, Alkohol, Freon) im Temperaturbereich  $-40$  bis  $+300^{\circ}\text{C}$  (Niedertemperatur Wärmerohre).
- 10 - 15 cm Steighöhe bereits erreicht.
- Keine Vorreinigung nötig, die Fasern sind bereits fett- und ölfrei.
- Die feinen Kohlefaserkapillaren haben aufgrund der sehr feinen Fäden und der sehr guten Benetzbarkeit eine höhere Kapillarkraft, als die nur dicker lieferbaren Metallfasern oder Metallgewebe. Gleichzeitig ist der Reibungsdruckabfall relativ gering, da die Flüssigkeit zwischen den einzelnen Fasern (Filamenten) im Zwickel fließt und keine Querfasern diese Strömung behindern.
- Die gute Wärmeleitung der Fasern ergibt nur einen geringen radialen Temperaturgradienten.

Aufgrund dieser Eigenschaften lassen sich Wärmerohre fertigen, die neben der hohen Leistung auch besser als andere Wärmerohre gegen die Schwerkraft (Heizzone oben) oder gegen Beschleunigungen, wie sie z.B. in Kraftfahrzeugen auftreten, arbeiten. Dies erweitert das Einsatzgebiet wesentlich.

Vorteilhaft werden ganze Stränge verwendet, die handelsüblich erworben werden können und aus vielen Fäden oder Fasern bestehen, deren Durchmesser im  $10\text{ }\mu\text{m}$ -Bereich liegt.

/4

8502397

BEST AVAILABLE COPY

30.01.83

- 4 -

Rohre mit 10 $\mu$ m-Fäden haben bereits eine sehr gute Funktion gezeigt.

Vorteilhaft werden die Faserstränge axial im Wärmerohr angebracht, also in Strömungsrichtung, um eine möglichst hohe Wärmetransportleistung (geringer Reibungsdruckabfall) zu gewähren. In bevorzugten Ausführungen wird dafür gesorgt, daß die Fasern oder die Stränge gut an der Rohrrinnenwand anliegen. Dies kann z.B. durch elastische Drahtgewebe erfolgen, die die Stränge an die Wand andrücken. Bleche, die einen oder mehrere Stränge allein oder einen Strang und ein Drahtgewebe umfassen, es zu einer vorberechneten Form zusammenpressen oder quetschen und dann fest an die Wand andrücken, sind vorteilhaft. Dies kann insbesondere durch ein Blech mit einem  $\Omega$ -förmigem Querschnitt erfolgen. Das Anpressen des Stranges oder der einzelnen Fäden kann ebenso durch eine Schraubenfeder erfolgen, die vor dem Einbau durch Torsion auf einen kleineren Durchmesser gebracht wird und nach dem Einbau die einzelnen Fäden fest an die Wand andrückt. Bei grösseren Rohrdurchmessern sorgt das erwähnte elastische Drahtgewebe ausserdem für die Flüssigkeitsverteilung auf dem Rohrumfang der Rohrrinnenfläche.

Es können ein oder mehrere Stränge verwendet werden. Möglich ist ebenso die Verwendung vieler einzelner Fäden oder Stränge die um den ganzen Umfang des Rohres verteilt sind. Der Vorteil

/5

8502397

BEST AVAILABLE COPY

30.01.85

- 5 -

ist dabei, daß die Flüssigkeit weniger Weg zurücklegen muß, woraus sich ein geringerer Reibungsdruckabfall ergibt, was einen geringeren Flüssigkeitsquerschnitt notwendig macht.

Eine innige Verbindung der Fäden oder Stränge mit der Innenwand kann auch durch Ankleben oder Anschweißen erfolgen. Möglich ist ebenso, daß die Fäden schon als Gewebe vorverarbeitet verwendet werden. In diesem Fall wird das Gewebe entsprechend dem Rohrrinnenquerschnitt zugeschnitten und eingezogen.

Die erfindungsgemässen Kohlefasern können sowohl in Rohren verwendet werden, die innen glatt sind, als auch in Rohren, die schon eine Innenprofilierung aufweist. Bei innen glatten Rohren sind die Kohlefasern die einzigen Kapillarstrukturen. Bei innen schon mit Kapillarstruktur versehenen (gerillten, mit Gewinde oder mit Riefen oder Geweben versehenen) Rohren dienen die Kohlefasern zur weiteren Verbesserung der Leistung, insbesondere beim Betrieb gegen die Schwerkraft. Bei innen profilierten Wärmerohren laufen bevorzugt feine Fäden oder Stränge in den Innenräumen der Rillen oder, falls Züge vorhanden sind, auf dem Grund der Züge.

Ausführungen der Erfindung werden anhand von vier Figuren näher erläutert.

/6

850207

30.01.85

- 6 -

Figuren 1 und 2 zeigen zwei Ausführungen von erfindungsgemässen Wärmerohren.

Figur 3 zeigt die Herstellung des in Figur 2 gezeigten Wärmerohres.

Figur 4 zeigt eine erfindungsgemässe Ausführung eines gerillten Wärmerohres.

Figur 1 zeigt einen Querschnitt eines erfindungsgemässen glatten Wärmerohres 1 mit einem elastischen Drahtgewebe 2 und einem Kohlefaserbündel 3. Das Kohlefaserbündel 3 ist axial im Rohr 1 verlaufend eingelegt. Das Drahtgewebe 2 presst die Kohlefasern an die Rohrwand und sorgt für eine gleichmässige azimutale Verteilung der Wärmeträgerflüssigkeit.

Figur 2 zeigt das erfindungsgemässe Wärmerohr 1 mit dem elastischen Drahtgewebe 2 und zwei Kohlefaserbündeln 3. Zusätzlich sind in diesem Wärmerohr 1 zwei Blechstreifen 4 eingeführt, die die Kohlefasern bündeln und einen innigen Kontakt der Fasern mit dem Drahtgewebe 2 und mit der Rohrinnenwand besorgen. Die Blechstreifen 4 weisen einen in etwa  $\Omega$ -förmigen Querschnitt auf, wobei die beiden Enden des  $\Omega$  dem Rohrinnenradius angepasst sind.

Figur 3 zeigt einige Schritte bei der Herstellung des in Figur 2 gezeigten Wärmerohres 1. Auf einer Tiefziehform 5

/7

850007

BEST AVAILABLE COPY

30.01.85

- 7 -

liegen übereinander der Blechstreifen 4, das Drahtgewebe 2 und das Kohlefaserbündel 3.

Im nächsten Schritt drückt ein Stempel 5a den Blechstreifen 4, das Drahtgewebe 3 und das Kohlefaserbündel 3 in die Tiefziehform 5. Für eine kontinuierliche Herstellung können z.B. die Tiefziehform 5 und der Stempel 5a durch zwei profilierte Walzen ersetzt werden.

Im dritten Herstellungsschritt greifen die Backen 6 einer Zange oberhalb des Kohlefaserbündels an den Blechstreifen 4 und bilden so eine Einschnürung im Blechstreifen 4.

Figur 4 zeigt den Querschnitt durch ein Rillenwärmerohr 7. Dieses Rohr weist eine besonders gute Leistung gegen die Schwerkraft auf. Das Rillenwärmerohr 7 ist ein strangepreßtes Aluminiumteil, dessen Innenseite stark profiliert ist. Erfindungsgemäß sind in jeder Rille Kohlefaserbündel 3 oder einzelne Kohlefasern (bei sehr kleinem Rohrdurchmesser) angeordnet. Die Kohlefaserbündel 3 können entweder angeklebt sein oder sie werden von einer nicht gezeigten Schraubenfeder in die Rillen gepresst.

23.01.1985  
Ka/sz

8502397

BEST AVAILABLE COPY

30-01-85

## Zusammenfassung

Wärmerohr (1, 7) mit Kohlefasern, Kohlefäden, Kohlefaserbündeln oder Kohlefasersträngen (3) im Inneren. Die Kohlefaserstränge (3) werden von Drahtgeweben (2) oder Blechstreifen (4) an die Innenwand gepresst.

(Figur 1)

8502397

BEST AVAILABLE COPY

30.01.85

DORNIER SYSTEM GMBH  
7990 Friedrichshafen

Reg. S 506

~~P a t e n t~~ A n s p r ü c h e :

1. Wärmerohr (1, 7), gekennzeichnet durch Kohlefasern, Kohlefasern oder Kohlefaserbündel (Kohlefaserstränge) (3) im Inneren.
2. Wärmerohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein oder mehrere Kohlefaserbündel (3) axial im Rohr (1, 7) angeordnet sind.
3. Wärmerohr nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Kohlefaserbündel (3) an der Rohrrinnenwand anliegen.
4. Wärmerohr (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Kohlefaserbündel (3) von einem elastischen Drahtgewebe (2) an die Rohrrinnenwand angedrückt werden.

8502397

30.01.85

- 2 -

5. Wärmerohr (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß je ein  $\Omega$ -förmiger Blechstreifen (4) den Kohlefaserstrang (3) und das Drahtgewebe (2) vorpresst.
6. Wärmerohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefäden oder die Kohlefaserstränge (3) von einer Schraubenfeder an die Innenwand des Wärmerohrs (1, 7) gepresst werden.
7. Wärmerohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefasern oder die Kohlefaserstränge (3) aus Einzelfilamenten bestehen, deren Durchmesser grösser  $1\mu\text{m}$  und kleiner  $20\mu\text{m}$  sind.
8. Wärmerohr nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefasern oder die Kohlefaserstränge (3) aus Einzelfilamenten bestehen, deren Durchmesser kleiner  $10\mu\text{m}$ , bevorzugt gleich  $6\mu\text{m}$ , sind.
9. Wärmerohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Kohlefasern oder Kohlefaserstränge um den ganzen Rohrumfang verteilt sind.
10. Wärmerohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefasern oder die

/3

8502397

BEST AVAILABLE

30.01.85

- 3 -

Kohlefaserstränge (3) bei innenprofilierten Wärmerohren (7) in den Vertiefungen der Gewinde, auf den Gründen der Züge oder im Inneren der Rillen verlaufen.

11. Wärmerohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefasern oder Kohlefaserstränge (3) an der Innenwand angeklebt, angeschweißt oder auf andere Weise innig und/oder wärmeleitend befestigt sind.
12. Wärmerohr nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlefäden miteinander zu einem Gewebe verbunden sind.

23.01.1985  
Ka/Sz

850287

BEST AVAILABLE

30.01.85

14

Fig. 1

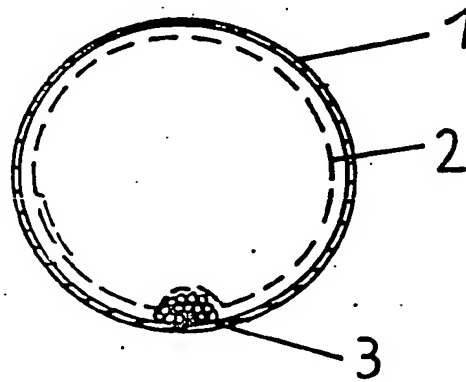


Fig. 2

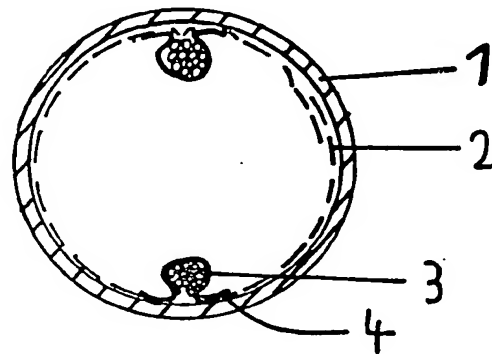


Fig. 3

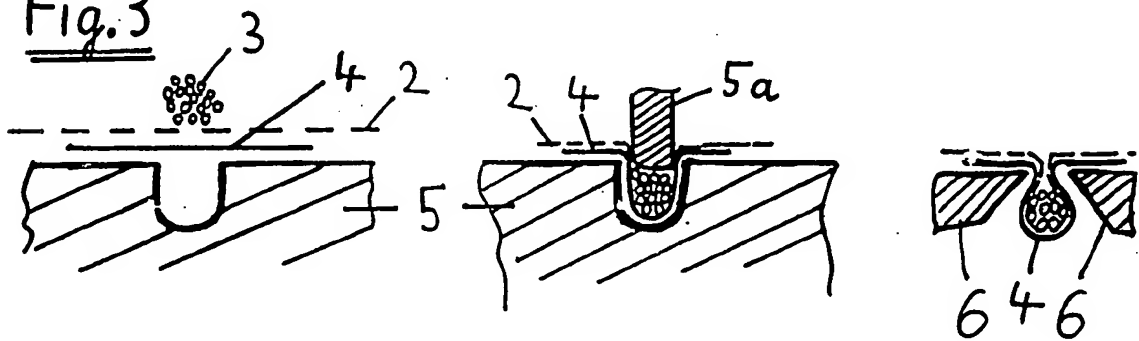
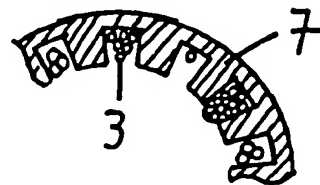


Fig. 4



8502097

BEST AVAILABLE COPY